



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R10:1989

REF/
SBL

**Värmeåtervinning ur storgruvan,
Norberg**

Förstudie

Lena Laurin

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Acem

Plad

Ser

Byggforskningsrådet

R10:1989

VÄRMEATERVINNING UR STORGRUVAN, NORBERG

Utvärdering

Lena Laurin

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
850215-7 från Statens råd för byggnadsforskning
till VIAK AB, Stockholm.

REFERAT

I denna rapport redovisas utfallet av ett värmepumpsystem med vatten från Storgruvan, Norberg, som värmekälla. Den totala installerade värmepumpseffekten uppgår till ca 450 kW. Från värmekällan har i medeltal ca 230 kW uttagits.

Temperatursänkning hos gruvvattnet vid ovanstående värmeuttaget har efter mätningar konstaterats uppgå till ca 1,7-2,0°C. Detta bedöms vara den maximala temperatursänkningen som systemet bör uppnå, förutsatt att uttaget ej ökas. Detta innebär att man ej behöver någon återladdning av gruvan.

Den ekonomiska analysen har utförts för 1985-1987. På grund av energikostnadsutvecklingen (främst sänkta oljepriser) har anläggningen ej givit någon vinst.

Projektets resultat kan anses vara tillfredsställande avseende teknik och funktion men ej avseende ekonomin. Ett liknande utnyttjande av andra gruvor bör vara möjligt, men det ekonomiska utfallet bör studeras ingående.

I Byggnadsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, obekvat papper.

R10:1989

ISBN 91-540-4991-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid
SAMMANFATTNING	5
1 ALLMÄNT OM PROJEKTET	7
2 SYSTEMETS UPPBYGGNAD	8
2.1 Installationer i gruvan	8
2.2 Systemuppbyggnad hos förbrukarna	9
3 MÄTNINGAR	11
3.1 Mätutrustning	11
3.2 Mätningarnas utförande	12
4 EKONOMISK ANALYS	13
4.1 Energiförbrukning före projektets genomförande	13
4.2 Energiförbrukning för perioden januari 1985 t o m december 1987	14
4.3 Energikostnader	16
4.4 Årskostnader och analys	16
5 GRUVMAGASINETS FÖRÄNDRINGAR	18
5.1 Redovisning av tidigare utredning	18
5.2 Gruvans vattennivå	20
5.3 Vattentemperaturens förändringar under 1985-1988	20
5.3.1 Allmänna iakttagelser	20
5.3.2 Temperaturförloppet under 1985-1988	21
5.3.3 Värmeväxlarens temperaturförhållanden	23
6 KEMISK FÖRÄNDRING I GRUVMILJÖN PÅ GRUND AV VÄRMEUTTAGET	24

SAMMANFATTNING

Denna rapport avser att redovisa utfallet av en värmepumpinstallation i Norberg med vatten från Storgruvan som värmekälla.

Ett befintligt gruvschakt utnyttjas som uttagspunkt. En dränkbar pump är installerad i schaktet, vilken pumpar vattnet till en värmväxlare. I värmväxlaren överförs energin till en brinekrets. I de fem anslutna värmesystemen har värmepumpar installerats. Markförlagda ledningar distribuerar brinelösningen till värmepumparna. Totalt är den installerade värmepumpeffekten ca 450 kW.

Den ekonomiska analysen har utförts för 1985, 1986 och 1987. Anläggningen togs i drift i januari 1985. Totalt har ca 600 m³ eldningsolja 1 ersatts och ca 5000 MWh el tillförts värmepumparna. På grund av energikostnadsutvecklingen (sänkta oljepriser och höjda elpriser) har anläggningen ej givit någon vinst.

I en tidigare utredning gjordes en teoretisk beräkning av den temperatursänkning som kunde förväntas vid ett värmeuttag ur gruvan. Temperatursänkning angavs då till ca 3,0-4,0 °C vid ett effektuttag på 600 kW. Här har endast ca 230 kW uttagits varför sänkningen borde bli mindre. Den verkliga temperatursänkningen har efter mätningar konstaterats vara ca 1,7-2,0 °C. Systemet verkar ha uppnått den maximala temperatursänkningen, under förutsättning att uttaget ej ökas.

Man har ej kunnat konstatera någon påverkan på vattenkvaliteten vid uttag av värme i gruvan. Värmväxlare har ej varit utsatt för några problem med igensättning.

Anläggningen kan således anses vara tillfredsställande avseende teknisk och funktion men ej avseende det ekonomiska utfallet. Ett liknande utnyttjande av andra gruvor bör vara möjligt, men ekonomin i projekten bör studeras ingående.

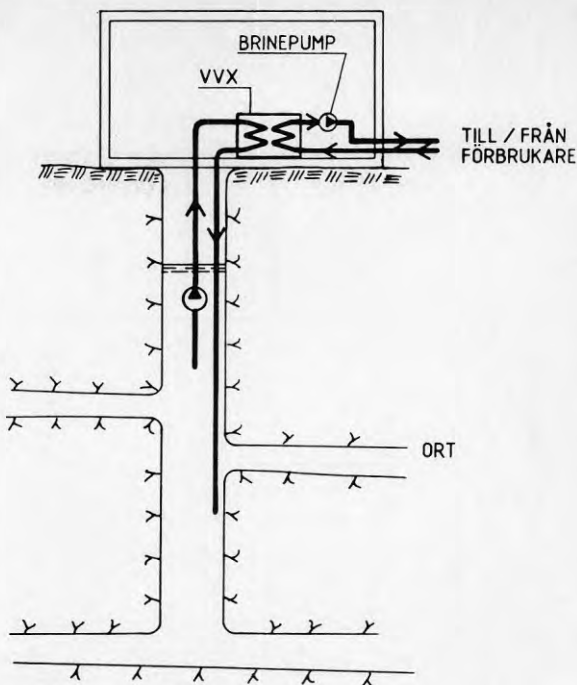
Detta arbete har finansierats genom anslag till VIAK AB, Stockholm från Statens Råd för Byggnadsforskning. Per Manhem och Peter Kjaerboe har utfört planering och uppläggning av mätprogrammet, Rolf Bergström har studerat vattenkemin och Lena Laurin har utfört sammanställning och utvärdering. Samtliga arbetar på VIAK AB, Stockholm. Jack Hammarbäck och Sven-Olof Nilsson från Norbergs kommun har deltagit genom att utföra det praktiska mätarbetet och insamlandet av uppgifter. Dessutom har Jan-Erik Nowacki, NOWAB, deltagit genom att granska och komma med synpunkter på arbetet.

Inom Norbergs kommun finns ett antal gruvor som sedan nedläggningen 1981 ej har varit i drift. Sedan nedläggningen har gruvorna kontinuerligt fyllts med grundvatten. Den totala gruvvolymen har uppskattats till ca 1 100 000 m³.

Innan anläggningen byggdes gjordes en teknisk och ekonomisk utredning. Utredningens tyngdpunkter låg på en inventering av gruvorna samt en teoretisk beräkning av möjligt energiuttag ur gruvorna. Till detta arbete, som har utförts av VIAK AB erhöll Norbergs kommun projektanslag från BFR.

Anläggningen byggdes hösten/vintern 1984 som en totalentreprenad och idrifttagandet gjordes i januari 1985.

Till anläggningen är fem kommunala fastigheter anslutna.



Figur 2.2 Genomsnitt av gruvschakt med installationen

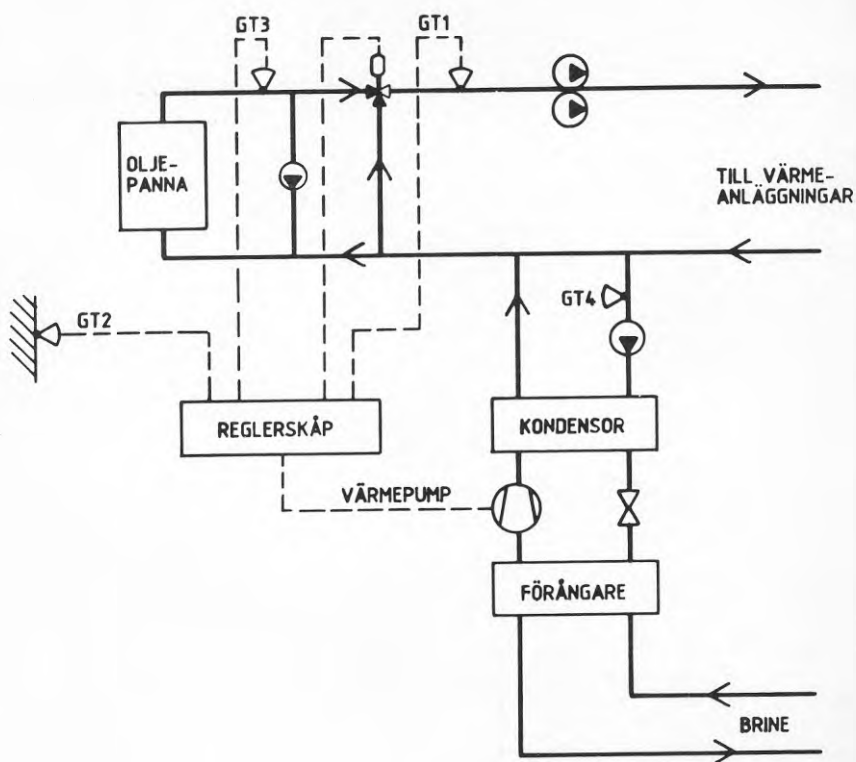
2.2 Systemuppbyggnad hos förbrukarna

Fem stycken kommunala fastigheter är anslutna till anläggningen. I nedanstående tabell redovisas objekten, deras maxeffektbehov samt den installerade värmepumpeffekten.

Tabell 2.1

<u>Objekt</u>	<u>Maxeffektbehov</u>	<u>Installerad värmepumpeffekt</u>
Centralskolan	570 kW	213 kW
Källskolan	280 "	106 "
Gymnastikhallen	170 "	80 "
WMP	80 "	44 "
Källgården	30 "	13 "

Värmepumparna är inkopplade i de befintliga värmesystemen och oljepannor används som spetsvärmekälla. Inkoppling är i princip lika gjord i de fem fastigheterna och visas schematiskt i figur 2.3.



Figur 2.3 Schematisk inkoppling av värmepumparna

3 MÄTNINGAR

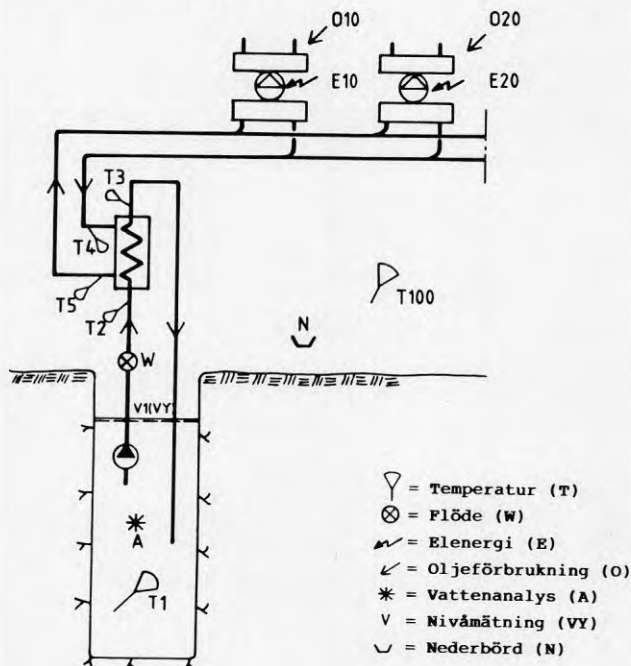
3.1 Mätutrustning

För mätning av vatten- och brinetemperaturer vid värmväxlaren finns så kallad PT 100-givare fast installerade. För mätning av temperaturen i gruvan finns en PT 100-givare monterad på 300-meters kabel för nedsänkning i vattnet. I september 1986 fastnade denna givare på ett okänt föremål i gruvschaktet varvid endast temperaturer från nivåer under 200 m gick att mäta. Det dröjde till oktober 1987 innan en likartad givare kunde installeras igen.

Avläsningarna har skett manuellt från en digital display.

Mätutrustningens noggrannhet har från leverantören angetts till $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$.

I nedanstående figur 3.1 visas samtliga mätpunkter i systemet.



Figur 3.1 Mätpunkter

Utvärderingen av årskostnaden för projektet avser tiden januari 1985 (driftstart) till och med december 1987, dvs 3 år. I analysen ingår kostnaden för el till värmepumpsdriften, el till gruvvattenpumpens drift, olja till spetspannorna samt vissa servicekostnader. Dessutom har en årskostnad för investeringen beräknats. Jämförelse sker med fastigheternas normalårskorrigerade oljeförbrukning för åren innan projektets genomförande.

Följande priser har använts i analysen:

	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>
El (kr/kWh)	0,30	0,32	0,36
Olja (kr/m ³)	2500	1900	1700

4.1 Energiförbrukning före projektets genomförande

I nedanstående tabell 4.1 redovisas abonnenternas maxeffektbehov, oljeförbrukning samt nettovärmebehovet vid en pannverkningsgrad på 80%. Samtliga värden gäller normalår.

Tabell 4.1

Abonment	Maxeffekt- behov (kW)	Oljeför- brukning (m ³ /år)	Nettovärme- behov (MWh/år)
Centralskolan	570	150	1200
Källskolan	280	75	600
Gymnastikhallen	170	45	360
WMP	80	25	200
Daghemmet	<u>30</u>	<u>9</u>	<u>70</u>
Totalt	1130	304	2430

4.2 Energiförbrukning för perioden januari 1985 till och med december 1987

I nedanstående tabeller redovisas abonnenternas energiförbrukning för åren 1985, 1986 och 1987.

Driftår 1985

Abonment	m ³	Olja MWh	Korr MWh	Drivenergi MWh
Gruvvattenpumpen	-	-	-	180
Centralskolan	67,4	539	477	323
Källskolan	29,8	238	211	158
Gymnastikhallen	14,9	119	105	95
WMP	15,1	121	107	26
Daghemmet	<u>36</u>	<u>29</u>	<u>26</u>	<u>18*</u>
Totalt	131	1046	926	800

Driftår 1986

Abonment	m ³	Olja MWh	Korr MWh	Drivenergi MWh
Gruvvattenpumpen	-	-	-	180
Centralskolan	27,1	217	219	592
Källskolan	21,3	170	172	185
Gymnastikhallen	9,0	72	73	113
WMP	10,3	82	83	43
Daghemmet	<u>3,4</u>	<u>27</u>	<u>27</u>	<u>20*</u>
Totalt	71,1	568	574	1133

Driftår 1987

Abonment	m ³	Olja MWh	Korr MWh	Drivenergi MWh
Gruvvattenpumpen	-	-	-	148
Centralskolan	43,8	350	321	433
Källskolan	28,0	224	206	179
Gymnastikhallen	12,1	97	89	128
WMP	7,6	61	56	40*
Daghemmet	<u>3,4</u>	<u>27</u>	<u>25</u>	<u>20*</u>
Totalt	94,9	759	697	948

* Värden med asterisk är delvis uppskattade

Sammanställning 1985-1987 korrigerade värden

Abonment	Olja MWh	Drivenergi MWh	Totalt MWh
Gruvvattenpumpen	-	508	508
Centralskolan	1017	1348	2365
Källskolan	589	522	1111
Gymnastikhallen	267	336	603
WMP	246	109	355
Daghemmet	<u>78</u>	<u>58</u>	<u>136</u>
Totalt	2197	2881	5078

För att kunna få en så riktig bedömning som möjligt av de ovan redovisade energiförbrukningssiffrorna måste även driftstopp, driftproblem m m redovisas. I nedanstående tabell 4.2 redovisas de viktigaste hållpunkterna för projektet under 1985 till och med augusti 1988.

Tabell 4.2

<u>Datum</u>	<u>Anmärkning</u>
850108	Start provdrift
850205	Slutbesiktning
8502-8505	Diverse inkörningsproblem
8506-8508	Planerat driftstopp
860205	Värmeväxlaren i gruvan igenisad
8606-8608	Planerat driftstopp
870406-870508	Gruvpumpen trasig. Nya pumpen monterad på -15 meter
8706-8708	Planerat driftstopp
8806-8808	Planerat driftstopp

Anläggningen har som kan ses fungerat bra. De inkörningsproblem som uppstått åtgärdades inom 1,5 år.

Gruvpumpens haveri orsakade ett ca 1 månad långt driftstopp.

4.3 Energikostnader

Nedan har beräknats energikostnaden för åren 1985-1987. Använda energipriser har redovisats på sid 13. Normalårs-korrigerade värden på energiförbrukningen har använts.

<u>Abonment</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>
Gruvvattenpump	54'	58'	53'
Centralskolan	246'	241'	224'
Källskolan	113'	100'	108'
Gymnastikhallen	61'	53'	83'
WMP	41'	33'	26'
Daghemmet	<u>13'</u>	<u>13'</u>	<u>13'</u>
Totalt	528'	498'	507'

Detta kan jämföras med den normalårs-korrigerade energiförbrukningen innan projektet genomfördes. Genom att beräkna en fiktiv energikostnad med det för året aktuella energipriset kan en energikostnadsbesparing redovisas.

	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>
Före projektets genomförande	760'	578'	517'
Efter	528'	498'	507'
Besparing	232'	80'	10'

Projektets energikostnad skall också belastas med en servicekostnad som har ökat. Servicekostnaden bedöms till ca 15 000 kr/år.

4.4 Årskostnader och analys

Projektets totala investering har uppgått till ca 3.4 miljoner kronor. Vid beräkning av kapitalkostnaden har kalkylräntan 4% (realränta) och avskrivningstiden 15 år använts. Kapitalkostnaden blir då 306 000 kr.

Sammanställning över årskostnaden:

	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>
Kapitalkostnad	306'	306'	306'
Servicekostnad	15'	15'	15'
Driftkostnad	<u>528'</u>	<u>498'</u>	<u>507'</u>
Årskostnad	849'	819'	828'

Dessa årskostnader kan jämföras med den tidigare beräknade fiktiva energikostnaden för anläggningarna innan projektet genomfördes.

	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>
Årskostnad	849'	819'	828'
Fiktiv energikostnad	760'	578'	517'
Vinst	-89'	-241'	-311'

Man kan av ovanstående resultat se att projektet ej har varit vinstgivande jämfört med enbart oljeeldning. Två huvudorsaker till detta kan el- och oljepriserna anses vara. Elpriserna har under den undersökta perioden höjts och oljepriserna har sänkts radikalt, se sid 13.

Oljebesparingen har under 1985-1987 uppgått till ca 600 m³ Eol, dock har anläggningen ej gått med ekonomisk vinst. Orsaken till detta är den oväntade utvecklingen av energipriserna, speciellt oljepriset. Oljepriset har för Norrbergs kommun sjunkit från 2500 kr/m³ 1985 till 1700 kr/m³ 1987. Om oljepriset varit oförändrat 1986 och 1987 hade energikostnadsbesparingen för 1986 blivit 220 000 kronor samt för 1987 blivit 180 000 kronor. Denna beräkning visar vilken stor betydelse oljepriset får för besparingen vid den här typen av installationer.

5 GRUVMAGASINETS FÖRÄNDRINGAR

Värmekällan är som tidigare nämnts grundvatten som ansamlats i Storgruvan sedan dess nedläggning 1981. Nedan kommer bland annat att redovisas hur fort fyllningen av gruvan har skett.

Det uttagna flödet ur gruvan har konstant varit ca 26 l/s. En överslagsberäkning ger att det totala energiuttaget ur gruvan under perioden 1/9 1986 till och med 31/8 1988 har varit ca 10 500 MWh, vilket motsvarar en uttagen medeleffekt på ca 230 kW. Temperatursänkningen över värmeväxlaren av grundvattnet har i medeltal under perioden varit ca 2,1 °C. Under perioden 1/9 1986 till och med 31/8 1988 har anläggningen varit i drift 530 dygn, dvs 73%. Tas de planerade driftavbrotten bort fås en drifttid på 92%.

5.1 Redovisning av tidigare utredning

Under 1983 och 1984 genomfördes en utredning avseende "Värme ur gruvor - Norberg" (BFR-projektnummer 830484-2). Utredningen omfattade fem etapper enligt nedan:

- 1 Inventering
- 2 Bedömning av möjligt långvarigt energiuttag ur grundvatten
- 3 Förslag till tänkbara platser för grundvattenuttag och returnering
- 4 Ekonomisk utvärdering av ett relativt förslag
- 5 Total utvärdering.

I denna utvärdering är det främst punkt 2 som är intressant att redovisa mer ingående:

Inventeringen visade att gruvorna består av flera vertikalt utbrutna skivor med längsgående transportorter löpande på olika nivåer under respektive gruvrum. Det är viktigt att det finns en vertikal kontakt mellan de olika utbrutna rummen, så att det varma vattnet ej "fångas" under taket i berggrummen och därmed ej kan återvinnas. Slutsatsen av inventeringen är att sådan kontakt finns så att större delen av gruvan kan utnyttjas som värmelager.

I ovanstående utredning förutsätts att vid värmeuttag utan återladdning återförs det kyllda vattnet till en lägre nivå än där uttaget sker. Det avkylda vattnet bör då bilda ett skikt i botten av gruvan och kallvattenfronten bör röra sig långsamt uppåt samtidigt som värmeledningen från berget successivt värmer upp vattnet. Därigenom kan en stabil temperaturprofil fås med lägst temperatur vid botten av gruvan och ökande mot den naturliga temperaturen mot högre nivåer.

Prostgruvan och Storgruvan har kontakt på flera djupa nivåer, vilket innebär att en gemensam kallvattenfront och likartad skiktning bör utbildas i båda gruvorna.

Den teoretiska beräkningen sker för enkelhetens skull på en av gruvorna och dess form approximeras till en rektangulär skiva med längden 300 meter, höjden 200 meter och tjockleken 5 meter. Följande värden har i utredningen ansatts vid beräkning av den teoretiska sänkningen av temperaturen vid uttagspunkten relativt bergets temperatur:

Uttagen effekt	600 kW
Uttaget flöde	35 l/s
Temperatursänkning i värmepump	4°C
Bergtemperatur	7°C

Nedanstående temperatursänkning fås enligt beräkningen i utredningen vid år 1 och 5 och vid granit respektive kalksten:

<u>År</u>	<u>Granit</u>	<u>Kalksten</u>
1	3,2°C	3,5°C
5	3,6°C	3,8°C

Ovanstående värden är enligt tidigare baserade på ett effektuttag på 600 kW. Anläggningen utnyttjar dock ej mer än ca 230 kW, varför temperatursänkningen i verkligheten blir mindre. Eftersom temperatursänkningen är proportionell mot effektuttaget kan vi i detta fall göra en överslagsberäkning vid det aktuella effektuttaget.

Nedanstående temperatursänkning fås då:

<u>År</u>	<u>Granit</u>	<u>Kalksten</u>
1	1,2°C	1,3°C
5	1,4°C	1,5°C

Beräkningen har som en förutsättning att bergytorna är plana, vilket är mycket osannolikt att de i verkligheten är. Den verksamma kontaktytan blir därför betydligt större än den teoretiska, varför temperatursänkningen i verkligheten bör bli lägre än de ovan angivna.

I rapporten redovisas även hur en återladdning påverkar temperaturerna. Men då anläggningen ej har utnyttjat någon återladdning redovisas ej dessa beräkningar här.

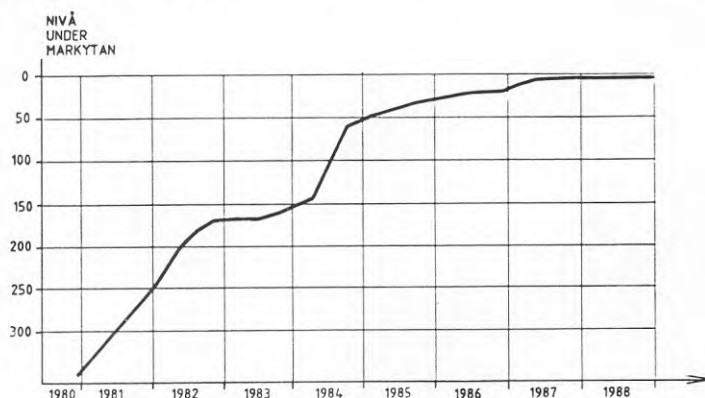
Om temperatursänkningen skulle bli oacceptabelt stor vore en åteladdning nödvändig. Ett alternativ som har diskuterats är att lagra in sjövattnen från Noren sommartid.

5.2 Gruvans vattennivå

Gruvbrytningen avslutades vid årsskiftet 1980/1981. Sedan dess har gruvan naturligt påfyllts med grundvatten. På grund av gruvans geometri har återfyllningen skett något oregelbundet.

Under perioden maj till september 1984 skedde en accelererad påfyllning av gruvan med vatten från sjön Noren. Vatten pumpades in med flödet ca 30 l/s, dvs totalt ca 400 000 m³ vatten.

I nedanstående figur, figur 5.1, visas vattennivån med avseende på tiden.



Figur 5.1 Gruvans vattennivå 1980-1988

5.3 Vattentemperaturens förändringar under 1985-1988

5.3.1 Allmänna iakttagelser

Mätprogrammet startade i augusti 1986 och löper till och med augusti 1988. Detta innebär att från driftstarten i januari 1985 och fram till mätprogrammets start är i princip inga temperaturmätningar i gruvan utförda. Det finns ett par enstaka mätningar gjorda, vilkas noggrannhet dock ej är närmare känd.

Mätningarna i gruvan har utförts var 25:e meter ner till 275 meter. Detta har skett för att kontrollera om någon skiktning skulle uppstå eller om temperaturen på annat sätt skulle variera med djupet. Det har dock konstaterats att någon signifikant temperaturskillnad ej har uppstått i gruvan utan temperaturen är i princip konstant från 25 meter ner till 275 meter. Detta stämmer således ej med teorierna från utredningen, se sid 18.

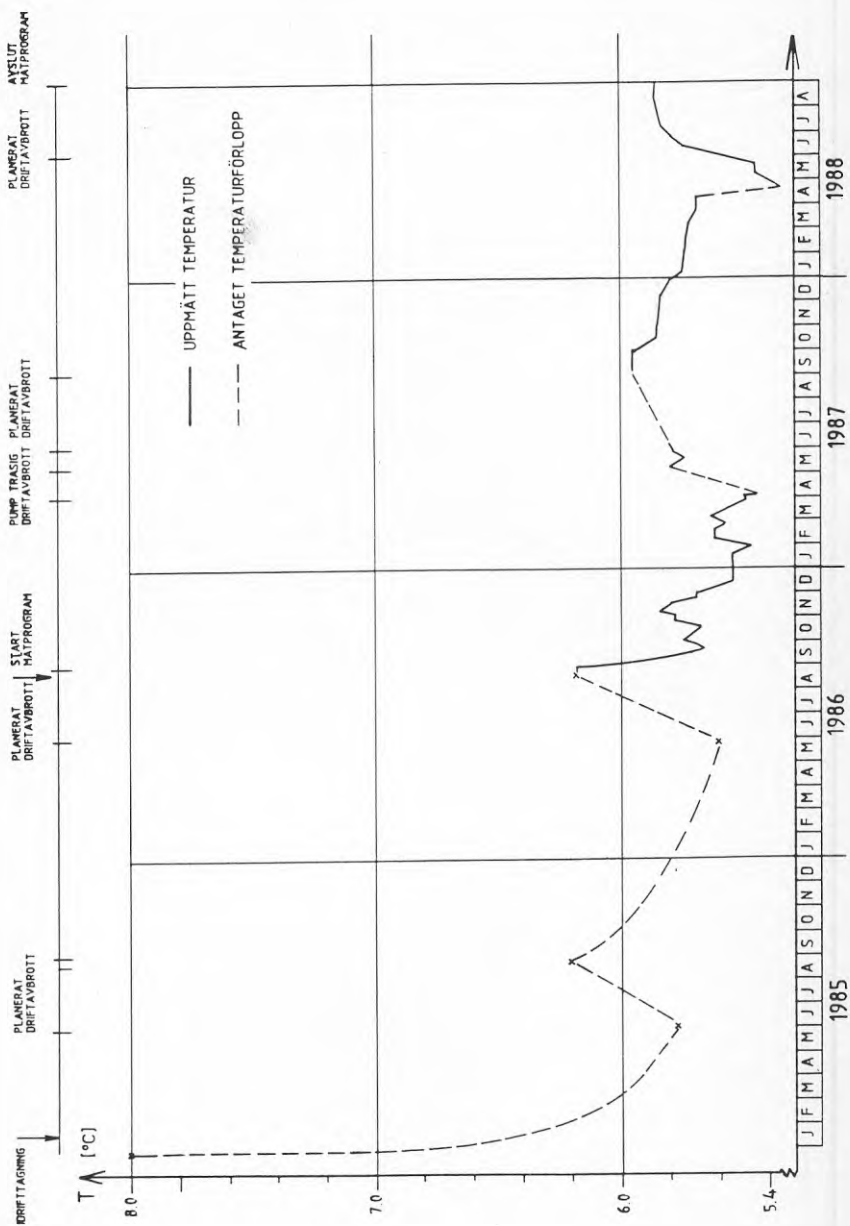
En jämförelse mellan vattentemperaturerna och utetemperaturen har skett och det kan konstateras att ingen påverkan på vattentemperaturen av utetemperaturen kan påvisas. Den förändring av vattentemperaturen som fås under året beror enbart på den uttagna energimängden till värmepumparna.

5.3.2 Temperaturförloppet under 1985-1988

I figur 5.2 redovisas vattentemperaturens förlopp under perioden 1985 till och med 1988, dvs från driftstarten januari 1985 till och med mätprogrammets slut augusti 1988. Som tidigare har nämnts är mätningarna fram till augusti 1986 bristfälliga, varför i figuren har inritats ett antaget temperaturförlopp under dessa perioder. Som nämnts under 5.3.1 är temperaturen i princip densamma i hela gruvschaktet. Mätvärdena från perioden då endast givaren kunde mäta under 200 meter är således användbara.

Under förutsättning att ursprungstemperaturen 8°C är riktig har således den maximala temperatursänkningen blivit ca $2,5^{\circ}\text{C}$. Återhämtningen under driftavbrotten kan uppskattas till ca $0,5-0,8^{\circ}\text{C}$. Den kvarstående temperatursänkningen är således ca $1,7-2,0^{\circ}\text{C}$. I avsnitt 6.1 redovisas de teoretiska beräkningarna av temperatursänkningen, vilka blev $1,2-1,5^{\circ}\text{C}$. Den faktiska sänkningen skulle således vara ca $0,5^{\circ}\text{C}$ större än den teoretiska. Dock bör noteras att den faktiska temperatursänkningen är relaterad till ursprungstemperaturen 8°C , vilken kan anses vara något osäker. Om ursprungstemperaturen istället var 7°C , vilket kan anses vara rimligt jämfört med grundvattentemperaturen i området, fås den faktiska temperatursänkningen till $0,5^{\circ}\text{C}$ mindre än den teoretiska.

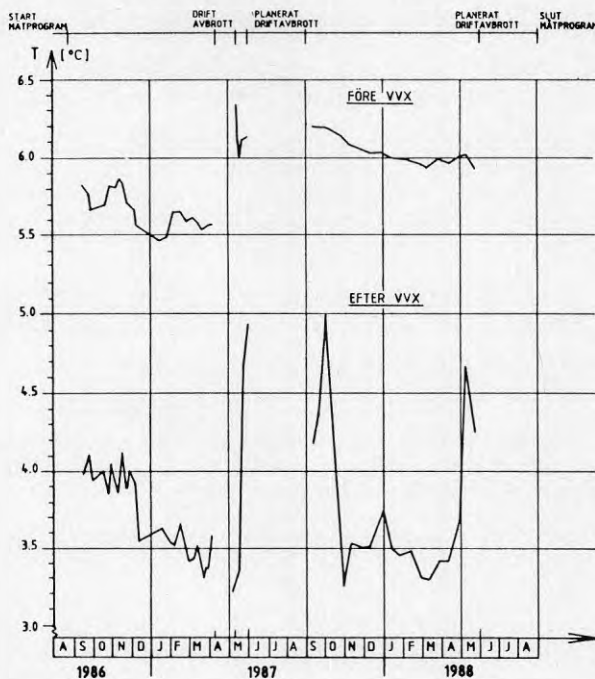
Systemet verkar ha uppnått den maximala temperatursänkningen eller nära denna under de fyra driftperioderna som varit sedan starten januari 1985. Ingen ytterligare stor temperatursänkning kan således förväntas om anläggningen fortsätter att drivas som hittills. Någon återladdning av gruvan med t ex sjövatten är således inte aktuell. Om värmeuttaget ökas kan dock temperatursänkningen bli så stor att en återladdning blir nödvändig.



Figur 5.2 Vattentemperaturens förlopp 1985-1988

5.3.3 Värmeväxlarnas temperaturförhållanden

I figur 5.3 visas temperaturen på vattnet till respektive från värmeväxlaren under perioden augusti 1986 till och med augusti 1988.



Figur 5.3 Vattentemperaturen före och efter uttag i värmeväxlaren

Under perioden september 1986 till och med mars 1987 överensstämmer temperaturen in till värmeväxlare i princip med vattentemperaturen i gruvan. I april 1987 havereade pumpen i gruvan och anläggningen var ur drift ca en månad. Efter reparationen monterades pumpen åter, men då vattennivån i gruvan hade höjts placerades pumpen nu på 15 meter under marknivån mot 55 meter under marknivån tidigare. Enligt beräkningar ger pumpen ungefär samma flöde efter flyttningen som före. Studeras temperaturen till värmeväxlaren efter flyttningen ser man att den ligger ca 0,5°C över temperaturen uppmätt före flyttningen. En trolig förklaring till denna förändring är att pumpen avger en viss energi (dvs en temperaturhöjning) till vattnet som pumpas, men före flyttningen hann denna temperaturhöjning kylas ner under transporten genom det oisolerade tryckröret upp till värmeväxlaren. Efter flyttningen blev transportlängden så kort att större delen av denna höjning kvarstår när vattnet kommer till värmeväxlaren.

6 KEMISK FÖRÄNDRING I GRUVMILJÖN PÅ GRUND AV
VÄRMEUTTAGE

Några syften med projektet

- att beskriva kvalitetsförändringar i gruvmiljön till följd av värmeuttag från gruvvattnet
- att belysa igensättningsproblematiken i värmväxlaren på grund av förekommande järn och mangan.

Dessutom har tillkommit önskemål att söka nämna något om eventuella dörändringar av bl a vattenkvaliteten vid inlagring av sjövattnet. En sådan lösning kan ingå i en eventuell fortsättning av projektet.

Kortfattad bedömning av vattenkvaliteter gällande prover tagna under perioden juni 1983 till oktober 1987

En sammanställning av resultaten framgår av bilaga 1.

Prover tagna i Storgruvan, maj 1985 - oktober 1987:
Analyserna gäller totalt 11 prov. Sammanfattningsvis kan följande bedömning göras.

- Halten färgad organisk substans är låg.
- Grumligheten är låg (proven från maj 1985 har dock betydligt lägre hårdhet).
- Kloridhalten är låg.
- Bikarbonathalten är relativt hög.
- Sulfathalten är jämfört med andra anmärkningsvärt hög.

Prover tagna i Mimergruvan, juni 1983:
Analyserna gäller totalt 3 prover.

Den sammanfattande bedömningen visar att

- halten färgad organisk substans är relativt hög
- grumligheten är mycket hög
- hårdheten är relativt hög (liknar proven från Storgruvan)
- kloridhalten är låg, dock högre än proven från Storgruvan
- bikarbonaten är relativt låg (ca 1/2 värdet av halten i Storgruvan)
- sulfathalten är anmärkningsvärt hög (högre än vattenproven från Storgruvan).

Samlad bedömning

Vattenproven äger praktiskt inga korrosiva (ledningsan-gripande) egenskaper; Speciellt inte proven tagna i Mimergruvan, där pH-värdena är anmärkningsvärt höga.

Kvalitetsförändringar i gruvmiljön till följd av värme- uttag från gruvvattnet

Den ursprungliga vattentemperaturen i gruvvattnet är ca 8°C. Då vattnet används som värmekälla i befintliga vär-mesystem kompletterade med värmepumpar har den maximala temperatursänkningen blivit ca 5°C.

Om sjön Norens vatten ansluts under några sommarmånader kommer givetvis sänkningen att bli större, dock maximalt ca 15°C.

Om med gruvmiljön förstås vattenmiljön så kommer den sannolikt att förändras i samband med eventuell inlagring av sjövattnet. I övrigt har inte några negativ effekter på vattensammansättningen uppstått vid värmeuttag från gruvvattnet, dvs endast en temperatursänkning av ca 3°C.

- Halten av organisk substans (humusämnen) ökar.
- Ökad mängd organisk substans (näring) gynnar till-växt av olika mikroorganismer.
- Mikroorganismer bildar ofta slam och påväxt, som bl a kan orsaka korrosion.

Det bör också nämnas att sjövattnet är korrosivt mot främst metaller och legeringar.

Igensättning av värmväxlare

Erfarenheten har visat att värmväxlare i likhet med kylvattensystem har en stark tendens att få beläggningar, som minskar värmeutbytet. Beläggningar, som successivt kan resultera i mera omfattande igensättningar är vanli-gen av tre slag.

- 1 Utfällningar av järn och manganföreningar i närvaro av luft i systemet.
- 2 Utfällningar på grund av tillväxt av mikroorganismer, ofta slemartade.
- 3 Utfällning av hårdhetsbildande ämnen, dvs olika kalcium- och magnesiumföreningar, inträffar ofta vid medelhårda och hårda vatten i kombination med höga yttemperaturer.

I det aktuella fallet torde eventuella igensättningar kunna hänföras till alternativ 1. Vid omläggning av sy-stemet med inlagring av sjön Norens vatten kommer även beläggningar att uppträda på grund av mikrobiell tillväxt genom ökat näringstillskott, dvs alternativ 2.

Som tänkbara åtgärder för att skydda värmeväxlaren kan olika former av behandlingsmetoder för vattnet vidtagas

- oxidering och filtrering med syfte att minska järn- och manganmängderna
- temporärt kraftig desinfektion kombinerat med filtrering primärt med syfte att minska mängden mikroorganismer.

Som en drift- och underhållsinsats för själva värmeväxlaren är det också möjligt att ordna ett separat rengörings-system, som körs med regelbundna intervall.

Här har värmeväxlaren försetts med filter med backspolning vilket sker 2 gånger per dygn. Inga problem med igensättning har uppstått.

Eventuella förändringar i samband med inlagring av sjö- vatten

Dessa frågeställningar har kortfattat berörts i de två föregående avsnitten. Här skall endast tilläggas att en kraftig klorering eller motsvarande behandling vore önskvärd innan sjövattnet inlagras i gruvvattnet med syfte att nedbringa mikrobiell verksamhet på så låg nivå som möjligt. Därigenom torde problemen med påväxt och slambildning i värmesystemet i övrigt att kunna reduceras i hög grad.

VÄRDETVINNING FRÅN VATTEN I STORGRUVAN – NORRBERG

SAMMANSTÄLLNING AV VATTENANALYSER TAGNA UNDER PERIODEN 29 JUNI 1983 – 29 OKTOBER 1987

Parameter	1983*) 29/6			1985 7/5		1986 21/8		1987 31/3			1987 29/10			1987 29/10 vxx	
	200 m	240 m	270 m	50 m	145 m	0,5 m	50 m	150 m	13 m	50 m	150 m	1 m	50 m		120 m
Färg, mg/l Pt	35	25	20	10	15	-	-	-	5	5	<5	5	5	5	-
Grunlighet, FTU-enheter	25	17	17	4,2	1,4	-	-	-	0,3	0,25	0,3	0,6	0,5	0,6	-
pH-värde	9,4	9,5	9,5	7,6	7,6	-	-	-	7,6	7,7	7,7	7,7	7,7	7,6	-
Konduktivitet mS/m	70	70	70	60	62	-	-	-	69	69	69	69	70	69	-
Kemisk syreförbrukning, KMnO ₄ mg/l	59	21	22	12	14	-	-	-	10	10	11	9	10	9	-
Kemisk syreförbrukning, CO ₂ mg/l	-	-	-	0,25	0,12	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	0,22	0,06	0,06	0,05	6,4
Järn, mg/l Fe	-	-	-	0,02	0,02	-	-	-	0,01	<0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,34
Mangan, mg/l Mn	88	88	88	16	16	81	83	81	91	90	92	83	83	83	87
Kalcium, mg/l Ca	16,1	16,1	16,1	5,0	5,0	14,6	14,9	14,6	16,0	15,9	16,1	11,6	11,6	11,6	16,1
Hårdhet, tyska grader, °dH	62	62	63	110	110	-	-	-	130	130	130	130	130	130	-
Bikarbonat, mg/l HCO ₃	28	25	29	16	16	-	-	-	18	18	17	17	17	17	-
Klorid, mg/l Cl	250	260	240	170	160	-	-	-	180	180	180	200	190	190	-
Sulfat, mg/l SO ₄															

*) Proven är tagna i Mimergruvan; en närbelägen gruva, som har viss kommunikation med Storgruvan.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
850215-7 från Statens råd för byggnadsforskning
till VIAK AB, Stockholm**

R10: 1989

ISBN 91-540-4991-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6709010

**Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna**

Cirkapris: 33 kr exkl moms